




# Mémoire prébudgétaire 2018 – Calcul Canada

Le calcul informatique de pointe (CIP) est l'infrastructure clé qui soutient la révolution des données. Le CIP est une infrastructure essentielle dans les domaines suivants : l'intelligence artificielle, l'agriculture de précision, la médecine personnalisée, les matériaux de pointe, les technologies énergétiques propres, la génomique, le génie, la modélisation climatique, la conception de médicaments, la criminologie, la science neurologique et la recherche fondamentale, par exemple en physique et en astronomie. Des pays aux quatre coins du monde ont pour objectif de devenir des chefs de file de l'innovation scientifique. À cette fin, ils adoptent des politiques stratégiques et prennent des mesures de soutien adaptées, puisque les découvertes scientifiques reposent de plus en plus sur l'analyse de données volumineuses et sur le calcul scientifique. Si nous voulons tirer parti de cette infrastructure, nous avons besoin que notre gouvernement ouvre la voie et adopte une stratégie nationale qui fonctionne. Aucune province ni région ne peut soutenir à elle seule l'infrastructure de CIP du Canada, un élément fondamental de l'innovation de notre pays. À l'instar d'autres pays, le Canada doit élaborer et financer son propre modèle pour la prestation de CIP afin de s'assurer que les capacités qui conviennent sont en place pour le virage numérique des activités de recherche; nos objectifs en matière de recherche et d'innovation en dépendent. Il y a une grave pénurie des ressources de soutien pour les investissements récents en sciences et en innovation, par exemple dans les domaines de l'intelligence artificielle ou de l'agriculture de précision ainsi que pour les petites et moyennes entreprises. Ce manque de ressources freine la croissance des entreprises canadiennes dont les activités sont axées sur l'innovation et la R-D.

## À propos de nous

Calcul Canada est un organisme à but non lucratif constitué en 2012 qui supervise l'élaboration et assure la coordination des activités pancanadiennes des ressources de CIP utilisées dans les domaines suivants : la simulation, l'analyse de mégadonnées, la visualisation, le stockage de données, le logiciel, les portails et les plateformes de calcul informatique. Ces ressources desservent la majeure partie des établissements d'enseignement et de recherche du Canada. Vu l'étendue de la communauté desservie et la complexité des services rendus par Calcul Canada, nous sommes uniquement positionnés pour quantifier les coûts qui devraient être assumés et les avantages que l'on pourrait tirer si nous décidions de combler l'ensemble des besoins grandissants des organisations diverses de la communauté scientifique du Canada.

Aujourd'hui, Calcul Canada est au service de près de 12 000 chercheurs, y compris 3 500 membres du corps professoral dans plus de 100 établissements universitaires et de recherche dans l'ensemble du Canada et leurs partenaires dans le secteur industriel et à l'étranger. Notre base d'utilisateurs-chercheurs augmente de presque 10 % annuellement depuis les cinq dernières années. En outre, nous avons un autre groupe de 10 000 personnes qui utilisent la plateforme nationale de Calcul Canada, par l'intermédiaire de portails de recherche, afin d'accéder à des données spécialisées et à des services de calcul. Calcul Canada est une installation nationale d'envergure qui fournit des services essentiels à toute la



communauté de la recherche pour lesquels il a besoin de fonds durables et prévisibles pour le fonctionnement et les immobilisations. L'installation soutient les chercheurs dans les grands et les petits établissements de recherche, d'un océan à l'autre, et dans un grand nombre de secteurs industriels. C'est grâce à Calcul Canada que certains secteurs d'innovation au développement le plus rapide peuvent exister, par exemple les domaines de l'agriculture de précision, de l'intelligence artificielle, de la fabrication et des matériaux de pointe, des sciences biologiques et de la génomique. Dans tous ces secteurs, les activités reposent sur l'accès à des ressources informatiques dont les établissements, les provinces ou les petites entreprises ne veulent pas se prévaloir par eux-mêmes parce qu'elles sont trop vastes ou trop coûteuses.

## Le CIP au Canada – ampleur et complexité de la question

Les investissements dans le CIP ont été effectués par le truchement de Calcul Canada afin d'optimiser les ressources qui peuvent être offertes aux chercheurs et d'utiliser de la façon la plus efficace possible l'argent des contribuables. Cependant, ces investissements se sont révélés imprévisibles, avec des interruptions du financement pour les dépenses en immobilisations qui ont duré une décennie. Nos ressources sont toujours insuffisantes aujourd'hui pour répondre aux besoins de la communauté de la recherche. En 2017, Calcul Canada n'a pu répondre qu'à 58 % des demandes de ressources examinées et validées qui avaient été transmises par des chercheurs universitaires financés par le gouvernement fédéral et qui avaient été reçues dans le cadre du concours de 2017 (par rapport à 84 % en 2012). Il s'agit d'un manque à gagner important qui nuit à la réussite de projets ayant déjà été financés dans le cadre des investissements faits par le gouvernement du Canada dans la recherche, qui sont de plus de 2,5 milliards de dollars par année, par le truchement de programmes de subventions.

**Selon notre plus récente analyse des besoins, au cours des cinq prochaines années, on s'attend à ce que l'utilisation de CIP se multiplie par sept relativement aux besoins de calcul (une croissance annuelle de 48 %) et par 15 pour la gestion et le stockage des données (une croissance annuelle de 72 %), et ce, dans une vaste gamme de disciplines et de secteurs. Cette croissance s'explique par les progrès réalisés au chapitre de l'instrumentation scientifique et par le recours croissant à la simulation à haute résolution et à l'analyse d'ensembles de données de plus en plus vastes. En outre, les PME du Canada dont les activités sont axées sur la R-D, par exemple Fusion Genomics, Eosense, et Vox Pop Labs, ont de plus en plus de difficulté à accéder aux services de cette infrastructure essentielle.**

## Exemples d'initiatives scientifiques et importantes soutenues par Calcul Canada

Grâce aux ressources de CIP, l'industrie du Canada a pu mettre au point les initiatives scientifiques et de R-D suivantes :

- **ATLAS** : Calcul Canada offre un calcul et un stockage de « palier 2 » à plus de 150 membres canadiens du projet expérimental ATLAS du Grand collisionneur de hadrons du CERN, une contribution essentielle à une collaboration mondiale (avec plus de 3 000 scientifiques partout dans le monde).

- [Centre canadien de rayonnement synchrotron \(CLS\)](#) : En stockant les données acquises des sources de rayonnement pour l'imagerie et la thérapie biomédicales du CLS, Calcul Canada permet au CLS de concentrer ses ressources sur ses propres domaines de savoir-faire et sur la valeur ajoutée.
- [CBRAIN](#) : Calcul Canada exploite les sept plus grandes plateformes de calcul offertes par le projet international CBRAIN, qui produisent des images du cerveau et les ressources de calcul associées qui sont mises à la disposition des chercheurs partout dans le monde.
- [International Human Epigenomics Consortium \(IHEC\)](#) : Calcul Canada héberge le portail de données international pour les tableaux épigénomiques humains pour les types de cellules normales et malades : plus de 2 600 visiteurs en 2015.
- [Ocean Networks Canada \(ONC\)](#) : Calcul Canada offre un stockage de données à long terme à ONC afin de lui permettre de concentrer ses ressources sur ses propres domaines de savoir-faire et sur la valeur ajoutée.
- [SNOLAB](#) : Calcul Canada appuie l'analyse de données de plusieurs expériences importantes réalisées au laboratoire souterrain de SNOLAB, y compris l'expérience pour laquelle on a récemment décerné le prix Nobel.
- [TRIUMF](#) : Calcul Canada appuie l'analyse de données de plusieurs initiatives au laboratoire national du Canada TRIUMF, pour la physique nucléaire et la physique corpusculaire.

## Exemples de petites et moyennes entreprises soutenues par Calcul Canada

- Eosense est une entreprise située à Dartmouth (N.-É.). Elle utilise des sondes à gaz et des chambres conçues spécialement pour mesurer le flux et la concentration de gaz dans le sol et dans l'environnement. Les instruments d'Eosense sont utilisés partout autour du monde parce qu'ils offrent un excellent rendement dans des conditions difficiles sur le terrain. L'équipe de R-D d'Eosense invente de nouvelles façons pour les chercheurs de recueillir des données de grande qualité grâce aux ressources de Calcul Canada.
- Fusion Genomics a mis au point la première technologie de dépistage de virus dans l'environnement. Il s'agit du seul système de ce genre au monde, qui analyse l'air près des élevages porcins et des exploitations avicoles afin de détecter la grippe porcine ou aviaire avant qu'elle n'infecte d'autres endroits. Fusion Genomics a pu développer cette technologie quantique grâce aux ressources de Calcul Canada.

## Grandes entreprises de l'industrie soutenues par Calcul Canada

Calcul Canada a une relation de collaboration active avec des entreprises de tous les secteurs de l'économie, y compris la finance, la fabrication et les matériaux de pointe, l'intelligence artificielle, la conception de médicaments ainsi que les secteurs de l'aérospatiale, de l'automobile et de l'agriculture. Ces entreprises sont internationales, comme Rolls Royce et d'autres fabricants de véhicules moteurs, Merck, Bombardier, Thomson Reuters, etc.



## Principales recommandations

À l'instar des réseaux de pointe de la dernière génération, nous devons soutenir le calcul informatique de pointe (CIP) et la vaste installation nationale essentielle qui en découlent afin d'accroître notre compétitivité à l'échelle mondiale, de répondre aux besoins croissants des communautés canadiennes de la recherche et de l'innovation et de continuer à former et attirer les talents aux fins de notre économie du savoir. Les investissements et l'exploitation d'une installation de ce genre devraient être orientés de façon à soutenir la stratégie prévue par le gouvernement du Canada pour l'innovation et la science.

1. Délaisser le financement par projet et adopter un modèle de financement soutenu pour l'infrastructure. Le modèle devrait être orienté selon une stratégie nationale sur le calcul de haute performance élaborée de façon à refléter les priorités du Canada en matière d'innovation et de recherche.
2. Soutenir et financer les efforts nationaux appropriés en matière de gestion des données de recherche afin de protéger cette ressource nationale, et d'en tirer de la valeur.
3. Instaurer un climat propice au Canada à la croissance des entreprises de R-D et à l'établissement de liens avec celles-ci; présentement, il n'existe aucune plateforme officielle pour ces entreprises, et leur accès aux installations de CIP est limité.
4. Mettre au point des services communs d'intergiciels qui seraient capables de soutenir tous les types d'innovation scientifique, d'optimiser les investissements et d'aider à assurer l'amélioration de la cybersécurité.

Calcul Canada contribue considérablement aux efforts du Conseil du leadership sur l'infrastructure de recherche numérique, lequel est d'ailleurs en train d'élaborer ses recommandations pour la stratégie du gouvernement du Canada concernant l'IRN.

À la lumière de l'analyse des besoins décrite plus haut, les investissements<sup>1</sup> suivants s'imposent afin de soutenir une croissance stable des capacités et le renouvellement continu de la technologie qui sont nécessaires aux recherches universitaires de haut calibre :

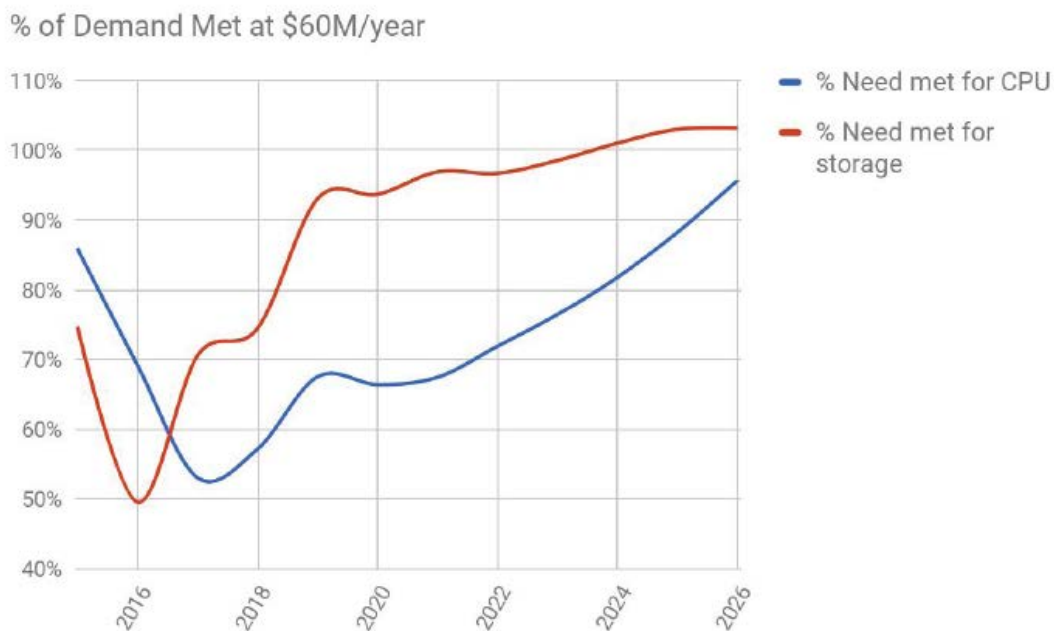
- 52 millions de dollars par année pour l'exploitation, y compris le développement de nouveaux services qui amélioreraient la productivité des chercheurs et augmenteraient l'impact de leurs recherches au Canada. Ce montant annuel comprend 32 millions de dollars pour l'exploitation d'une plateforme nationale de CIP adaptée aux besoins croissants de la communauté de la recherche en matière de capacité ainsi que 20 millions de dollars pour le soutien aux utilisateurs finaux ainsi que pour la promotion et la formation.
- 60 millions de dollars par année pour les immobilisations, y compris l'infrastructure nationale de calcul et de stockage, soit 20 millions de dollars pour l'une et l'autre de ces activités pendant les deux prochains exercices en plus des projets actuels de la FCI relativement à son initiative sur la cyberinfrastructure.

---

<sup>1</sup> Tous les chiffres sont tirés des prédictions pour l'exercice qui prendra fin en mars 2023.

Ces investissements pourraient être répartis entre les initiatives émanant des gouvernements fédéral et provinciaux et des administrations régionales et entre les établissements à vocation de recherche, y compris ceux qui hébergent l'infrastructure.

Le graphique plus bas montre comment ce plan d'investissement permettrait à Calcul Canada de répondre à la demande prévue pour des ressources de calcul et de stockage à des fins universitaires afin de maintenir sa compétitivité mondiale.



% de la demande à laquelle on peut répondre avec 60 millions de dollars par année

% de la demande de calcul à laquelle on peut répondre

% de demande de stockage à laquelle on peut répondre

110 %

90 %

Le Canada a besoin d'un accroissement des investissements afin de soutenir ses aspirations en matière de recherche et d'innovation. Par exemple, de nouvelles initiatives dans le domaine de l'intelligence artificielle nécessiteront des investissements additionnels en ce qui concerne les ressources partagées, en particulier pour des unités de traitement graphique qui seront utilisées à des fins de calcul. Selon nos estimations, il faudrait de 10 à 20 millions de dollars de plus par année en investissements pour les immobilisations afin de soutenir adéquatement l'initiative d'intelligence artificielle seulement. En outre, les principales universités à vocation de recherche au Canada (représentées par le U15) élaborent actuellement des stratégies visant à placer le Canada au troisième rang dans les cotes de l'OCDE en ce qui concerne le rendement et les résultats de la recherche. Des ressources supplémentaires sont également nécessaires afin de répondre aux besoins des entreprises, en particulier les PME, en matière de recherche.

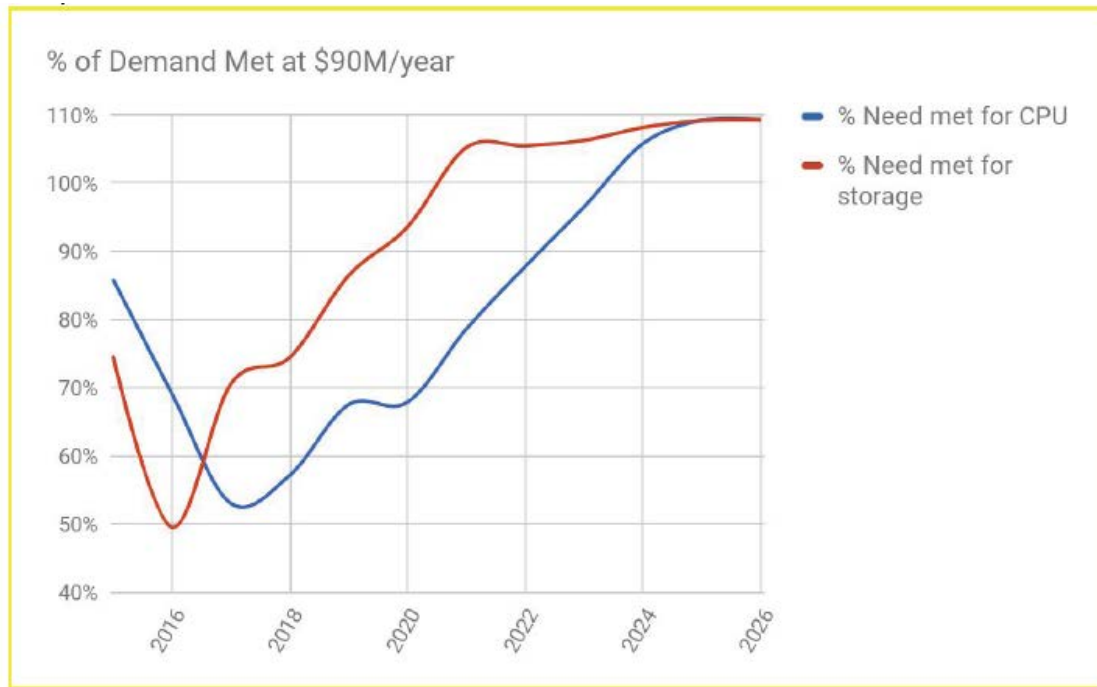
Un accroissement des investissements continus serait nécessaire si l'on veut répondre à ces besoins ambitieux en matière de capacité de calcul et fournir un soutien approprié.



- 61 millions de dollars par année pour l'exploitation, y compris l'élaboration de nouveaux services qui amélioreraient le rendement des chercheurs et l'impact de la recherche au Canada. Ce montant annuel comprend 41 millions de dollars pour l'exploitation d'une plateforme nationale de CIP qui serait compétitive à l'échelle internationale ainsi que 20 millions de dollars pour fournir des services de soutien, des efforts de promotion et de la formation aux utilisateurs finaux dans l'ensemble du Canada.
- 90 millions de dollars par année pour les immobilisations, c'est-à-dire pour l'infrastructure nationale de calcul et de stockage, soit 20 millions de dollars pour l'une ou l'autre de ces activités au cours des deux prochains exercices, en plus des projets existants de la FCI pour son Initiative sur la cyberinfrastructure.

Comme dans le cas précédent, ces investissements pourraient être répartis entre les initiatives émanant des gouvernements fédéral et provinciaux et des administrations régionales et entre les établissements à vocation de recherche, y compris ceux qui hébergent l'infrastructure.

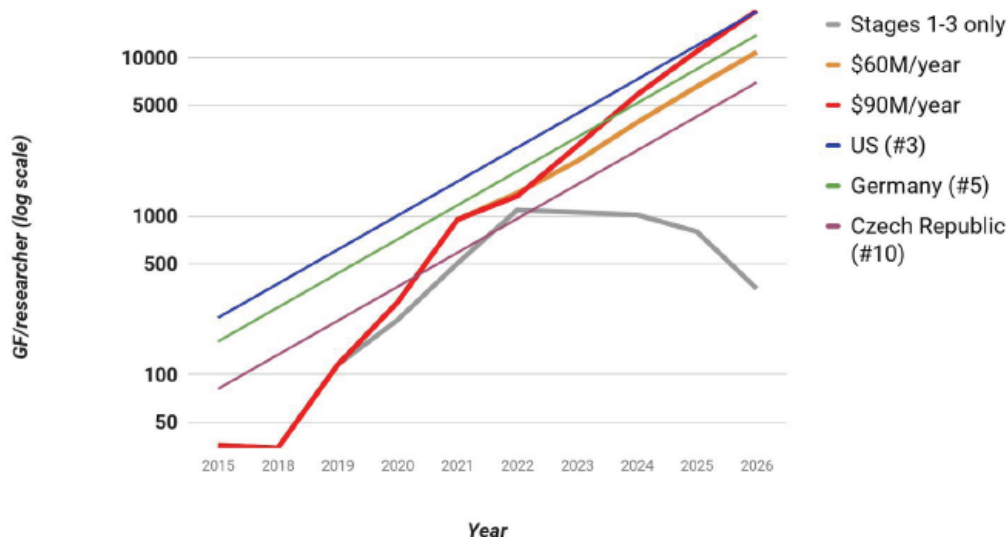
Le graphique plus bas montre comment ce plan d'investissement permettrait à Calcul Canada de répondre à la demande prévue pour des ressources de calcul et de stockage à des fins universitaires afin de maintenir sa compétitivité mondiale.



% de la demande à laquelle on peut répondre avec 90 millions de dollars par année  
% de la demande de calcul à laquelle on peut répondre  
% de demande de stockage à laquelle on peut répondre  
110 %  
100 %

Selon son niveau d'investissement, le Canada pourrait atteindre soit le sixième rang, soit le troisième rang au monde parmi les 500 premiers pays en fonction des gigaflops par chercheur, comme l'indique le graphique ci-dessous :

Canadian Investment Scenarios vs. Comparator Countries



**Scénarios d'investissement au Canada par rapport à d'autres pays**

GF/researcher = GF/chercheurs (échelle logarithmique)

Year = Année

Étapes 1 à 3 seulement

60 M\$ par année

90 M\$ par année


États-Unis (n° 3)

Allemagne (n° 5)

République tchèque (n° 10)

## Avantages pour le Canada

La stratégie d'innovation du Canada n'a aucune chance d'aboutir si elle n'est pas soutenue par une infrastructure numérique convenable. Les chercheurs et les innovateurs les plus compétitifs du Canada doivent pouvoir accéder aisément à des ressources de calcul de pointe pour soutenir leur recherche; cela est essentiel si nous voulons que le Canada soit, à l'avenir, un chef de file de l'économie du savoir et si nous voulons assurer la formation, le perfectionnement de nos experts dans les domaines de la technologie de l'information et de l'apprentissage machine et si nous voulons favoriser la diversité et l'engagement relativement à ces domaines. Que ce soit pour la modélisation de la combustion dans un moteur à réaction, pour étudier le mouvement des médicaments et d'autres molécules dans un environnement biologique ou pour examiner les effets des changements climatiques sur l'océan et l'atmosphère, il existe un lien direct avec l'accès à des ressources de CIP à la fine pointe de la technologie qui rend possible l'innovation dans le secteur de la fabrication de pointe, des soins de santé, de l'agriculture, des technologies propres ainsi que dans d'autres secteurs critiques de l'économie. Le Canada doit se munir d'outils afin d'améliorer ses capacités d'innovation et sa compétitivité sur la scène internationale, de fournir aux Canadiens



des soins de santé d'une grande qualité et d'atténuer les problèmes environnementaux. Présentement, nous ne sommes pas encore en mesure de répondre à la demande croissante des petites et moyennes entreprises de R-D au Canada.

## Conclusion

Un élément clé a été écarté de la discussion sur l'infrastructure numérique. Les réseaux pour le transfert de données massives ainsi que les endroits sécuritaires pour les stocker, les administrer, les archiver et les gérer sont le sujet d'intérêt, mais les services de calcul connexes représentent une étape critique si nous voulons extraire la valeur de tout cela. Les superordinateurs sont la bête de somme du monde moderne où la découverte et l'innovation passent par les logiciels de recherche. Nous avons l'occasion, ici au Canada, de mettre en œuvre une stratégie nationale sur le calcul de haute performance afin d'en tirer parti.

La réussite du Canada en matière d'innovation dépend en très grande partie d'une infrastructure de recherche numérique qui répond aux besoins. Le gouvernement fédéral, les gouvernements provinciaux et les établissements n'ont pas, séparément, la capacité nécessaire pour assurer les coûts liés à ces ressources; c'est pourquoi nous devons mettre en place une infrastructure partagée où le financement est réparti de façon appropriée entre un grand nombre d'intervenants afin de fournir des services à l'échelle du pays. Une telle infrastructure commune pourrait soutenir l'ensemble du processus d'innovation, de l'invention à la facture, et ce, dans tous les secteurs et toutes les disciplines.

**Compute Canada Calcul Canada**  
155, avenue University, bureau 302  
Toronto (Ontario) M5H 3B7  
416-228-1234